

## TEMA 6. LA TEORÍA CELULAR Y EL ORIGEN DE LAS CÉLULAS.

### 1. La historia de la biología celular.

El avance en el estudio de la célula ha ido unido al desarrollo tecnológico y a la creación de instrumentos que permiten observarlas cada vez con mayor resolución. Desde la utilización de los primeros microscopios hasta la invención del microscopio electrónico tal avance ha sido espectacular.

Las primeras observaciones relevantes fueron:

- En 1665 Robert Hooke fabricó el primer microscopio y observó como una fina lámina de corcho se formaba por pequeñas celdillas que se repetían sucesivamente. Para nombrarlas creó el término “célula”.
- En 1673 Leeuwenhoek construyó un microscopio de 300 aumentos con el pudo observar y describir gran variedad de células vivas.
- En 1831 Brown descubrió el núcleo observando células de orquídeas.
- En 1838 Scheleiden determinó que la célula vegetal es la unidad elemental de las plantas.
- En 1839 Schwann concluyó en que los animales están formados por células. Ambos asentaron los dos principios de la teoría celular clásica: "Todo en los seres vivos está formado por células o sus secreciones" y "La célula es la unidad básica de organización de la vida".
- Esta teoría fue completada por Virchow en 1858 que añadió “que una célula siempre proviene de otra”.

Actualmente se resume en los cuatro siguientes puntos:

1. Todos los organismos están compuestos por una o más células por lo que la célula es la unidad estructural de los seres vivos.
2. La célula es la unidad fisiológica de los organismos ya que las reacciones metabólicas tienen lugar en su interior.
3. Toda célula se origina a partir de otra.
4. Las células contienen la información hereditaria de los organismos de que forman parte.

Algunos científicos consideraban que la teoría celular no era aplicable al tejido nervioso pues se pensaba que las neuronas estaban todas unidas a modo de red. En 1902 Ramón y Cajal enunció su teoría neuronal demostrando que las neuronas eran independientes al estar unidas mediante sinapsis y por tanto constituían la unidad anatómica y funcional del sistema nervioso.

### 2. Tipos de organización celular.

Actualmente consideramos que la célula es un sistema de membranas que delimita una masa protoplasmática con contenido enzimático definido y ADN, que controla el flujo de materia, energía e información con el medio. Lo que implica que en cualquier célula debe existir una membrana plasmática, un protoplasma y el material genético.

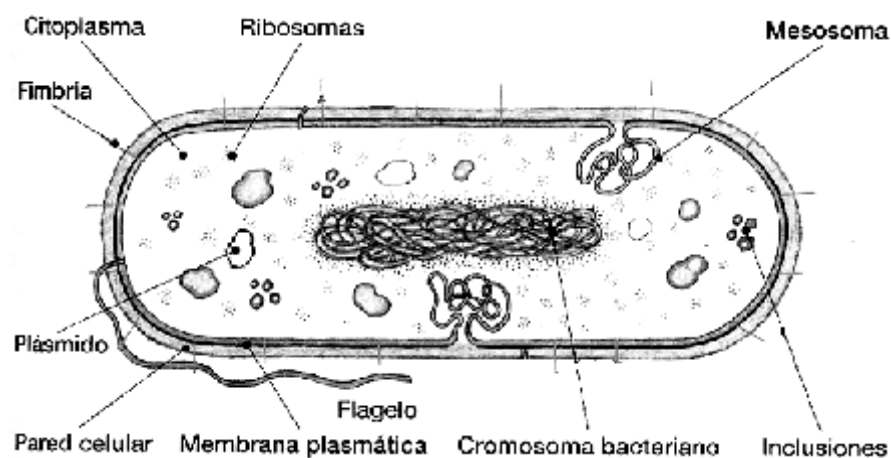
Conforme a su nivel de complejidad y según la presencia o ausencia de núcleo distinguimos dos tipos de células: procariotas y eucariotas.

### 2.1. Las células procariotas.

- Son células pequeñas propias del reino Monera.
- No tienen núcleo definido pues carecen de envoltura nuclear y el ADN se encuentra disperso en el citoplasma.
- Su material genético es ADN circular.
- No realizan la mitosis sino que se reproducen por bipartición.
- Carecen de citoesqueleto y no poseen orgánulos celulares.
- Tienen ribosomas pequeños.
- Poseen pared celular que suele estar envuelta en una cápsula.
- Los enzimas respiratorios se alojan en la membrana plasmática.
- Los procariotas fotosintéticos sitúan en repliegues de su membrana los enzimas fotosintéticos.
- Presentan flagelos muy finos (submicroscópicos).
- Pueden contener inclusiones como grumos de almidón y gotas lipídicas.

Aunque estructuralmente son muy simples los procariotas presentan una gran variedad metabólica pues poseen capacidad para obtener energía por cualquiera de los procesos conocidos (heterótrofos, fotosintéticos, quimiosintéticos, nitrificantes, etc.).

Actualmente sólo las bacterias presentan este tipo de organización celular. Se estudiarán más a fondo en el tema 15.



### 2.2. Las células eucariotas.

- Aparecen en los protoctistas, hongos, animales y plantas. Encontramos ligeras diferencias entre las células de los distintos reinos.
- Presentan núcleo verdadero pues el material genético está aislado del

citoplasma a través de una envoltura nuclear.

- El material genético se compone de múltiples moléculas de ADN lineal.
- Realizan la mitosis.
- Tienen citoesqueleto y gran variedad de orgánulos (mitocondrias, retículo endoplásmico, aparato de Golgi, lisosomas, peroxisomas, etc.).
- Tienen ribosomas grandes.
- Las de los vegetales, hongos y muchos protoctistas poseen pared celular cuya estructura es más simple que la de la pared procariota.
- Los enzimas respiratorios se sitúan en las mitocondrias.
- Los eucariotas fotosintéticos poseen cloroplastos.
- Presentan cilios y flagelos microscópicos.

Evolutivamente proceden de las procariotas y su tamaño es mucho mayor, entre 2 y 30  $\mu\text{m}$  como término medio. Presentan un complejo sistema de membranas intracelulares que delimitan compartimentos diferentes y cerrados, cada uno con un contenido enzimático propio, lo cual permite regular el metabolismo celular.

Su estructura puede quedar reflejada de la siguiente manera:

- Pared celular (sólo en vegetales).
- Membrana plasmática.
- Citoplasma. Zona comprendida entre la membrana plasmática y el núcleo. En el distinguimos lo siguiente:
  1. Citosol o hialoplasma: matriz acuosa en la que se encuentran los orgánulos celulares.
  2. Orgánulos no membranosos: ribosomas y centriolos (ausentes en vegetales).
  3. Orgánulos monomembranosos: retículo endoplásmico, aparato de Golgi, lisosomas, vacuolas y peroxisomas.
  4. Orgánulos bimembranosos: mitocondrias y cloroplastos (sólo en vegetales).
  5. Orgánulos metaplasmales: cilios y flagelos.
- Núcleo. Zona en la que se encuentra el material genético. Formado por:
  1. Envoltura nuclear.
  2. Nucleoplasma.
  3. Nucleolo.
  4. Cromatina/cromosomas.

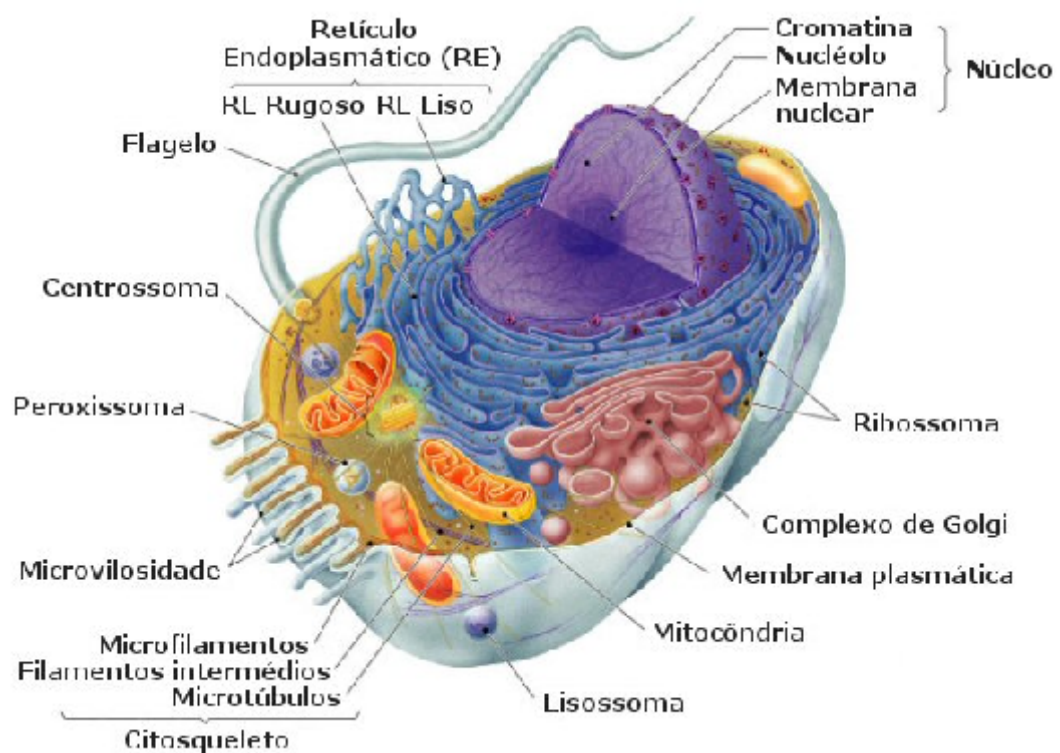
### 3. Las células animales y vegetales.

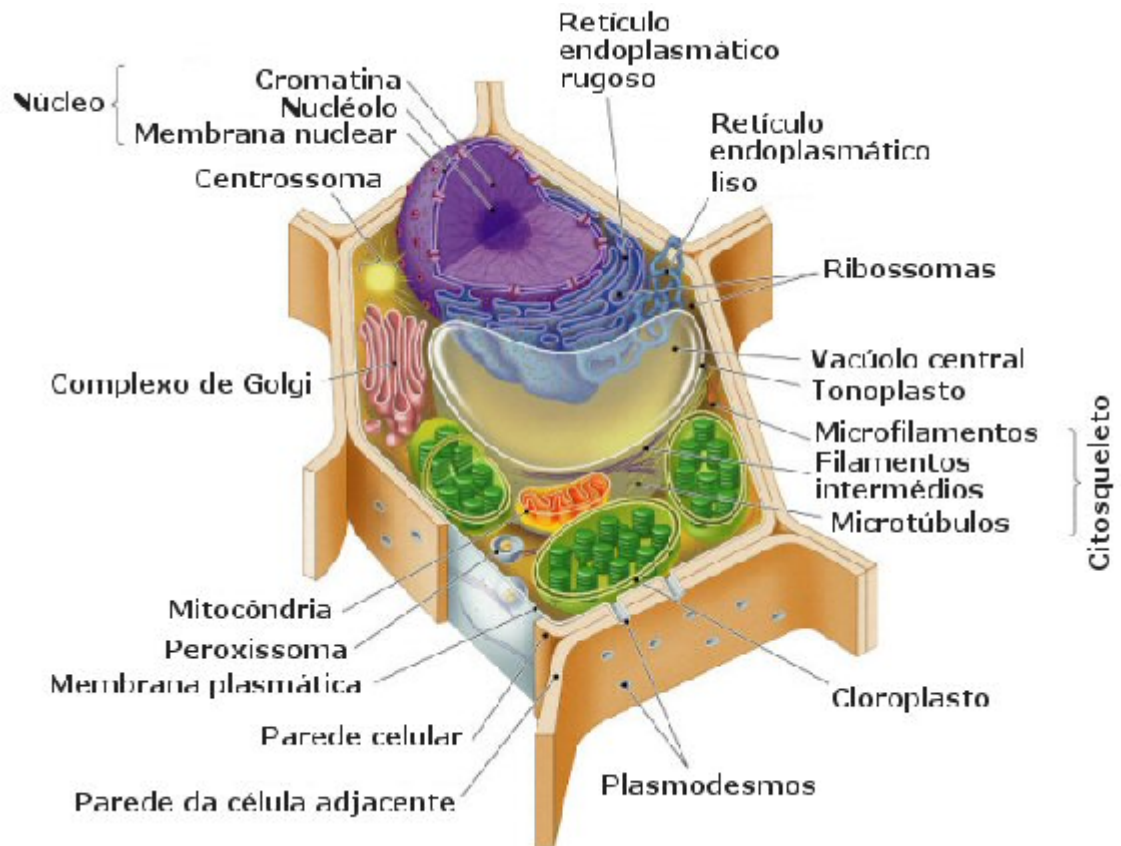
Dentro de la organización eucariota se distinguen dos grandes tipos de células: células vegetales y células animales. Aunque existen más semejanzas entre ellas (procesos metabólicos y componentes moleculares completamente iguales) que diferencias, entre estas últimas destacan:

- Las vegetales son autótrofas, es decir, sintetizan moléculas orgánicas (glucosa, aminoácidos, ácidos grasos, etc.) a partir de moléculas

inorgánicas que se encuentran en el medio donde vive. Los animales son heterótrofos y han de obtener la materia orgánica de otros seres vivos ya que no pueden sintetizarla.

- Las diferencias nutricionales están determinadas por la existencia de orgánulos exclusivos de las células vegetales, los cloroplastos, que gracias a los pigmentos que contienen (clorofilas, carotenos y otros) pueden absorber la energía luminosa del sol y utilizarla en los procesos biosintéticos.
- Las células vegetales poseen una pared celular de celulosa que rodea externamente a la membrana citoplasmática y les proporciona rigidez. Las células animales carecen de pared celular.
- Las células animales poseen centriolos; las vegetales no.
- Las células vegetales suelen tener poco desarrollado el Golgi y el citoesqueleto, y los lisosomas son escasos.
- Respecto a las vacuolas, en las células vegetales es frecuente que aparezca una gran vacuola central que puede ocupar hasta el 50-80% del volumen celular. Esta vacuola se utiliza, al llenarse de agua, para aumentar la presión de turgencia (la cual permite algunos movimientos como la apertura de pétalos, etc.) y también como almacén de sustancias nutritivas (glúcidos, lípidos), de pigmentos (flores), de esencias vegetales, de sales y ácidos, o de sustancias tóxicas. En las células animales, en cambio, suelen aparecer vacuolas en número variable y de pequeño tamaño, relacionadas con los procesos de endocitosis, con la digestión intracelular en protozoos o con la defensa frente a microorganismos y sustancias tóxicas (en pluricelulares).
- Otra diferencia es el tipo de polisacárido que pueden utilizar como reserva, almidón en vegetales y glucógeno en células animales.





La diversidad celular, a nivel de formas, tamaños, funciones, etc. es extraordinaria tanto en organismos unicelulares como en pluricelulares.

En estos últimos todas las células proceden de una inicial, llamada cigoto, que se ha dividido repetidamente por mitosis y por tanto contienen la misma información genética. Durante el desarrollo embrionario el contacto de unas con otras y la comunicación intermolecular entre ellas, determina la expresión de unos genes y la represión de otros. Esto conduce a una especialización funcional y estructural que genera tipos muy diferentes de células que forman los diferentes tejidos.

#### 4. El origen de las células.

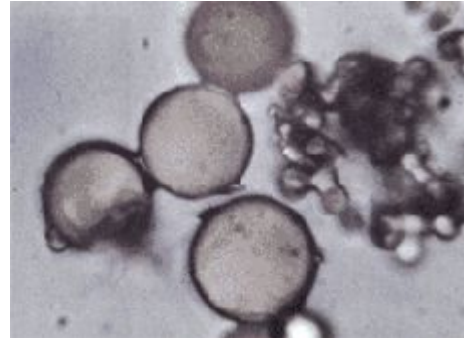
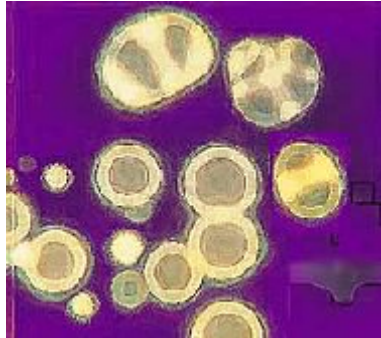
Se piensa que la vida surgió hace más de 3.500 m.a. en los mares y lagos primitivos donde se acumuló una gran cantidad de moléculas orgánicas.

Repasar la teoría de Oparín y el experimento de Miller.

Las primeras células hubieron de ser muy simples, más aún que las actuales bacterias y se les ha llamado progenotas o probiontes. Se formaron cuando un material con capacidad de autorreplicarse y cierta cantidad y variedad de biomoléculas quedaron aislados del medio por una envoltura de moléculas de fosfolípidos.



Actualmente se piensa que el ARN es la única molécula capaz de servir como molde y de catalizar su propia replicación por lo que se piensa que fue el material genético primitivo. Los probiontes o progenotas también reciben el nombre de coacervados.



Dibuja esquemáticamente el aspecto de un progenota.

#### 4. 1. ¿Cómo surgen los distintos tipos de seres procariotas?

Estos seres vivían, en ausencia de oxígeno, en un mar cargado de moléculas orgánicas al que tradicionalmente se le ha llamado sopa o caldo primitivo, del cual obtenían los compuestos orgánicos que necesitaban para desarrollarse. Eran por tanto anaerobios y heterótrofos.

Las condiciones de la Tierra ya no permitían la síntesis de materia orgánica en la atmósfera, pues la temperatura era menor y los niveles de descargas eléctricas cada vez menos frecuentes, por ello dicha materia fue agotándose lentamente. Algunas células evolucionaron y crearon un metabolismo capaz de sintetizar compuestos orgánicos a partir de materia inorgánica surgiendo así los seres autótrofos.

Posteriormente aparecen células fotosintéticas que liberaron grandes cantidades de oxígeno a la atmósfera lo cual fue cambiando considerablemente la composición de ésta. El siguiente paso fue la aparición de células aerobias que podían vivir en presencia del oxígeno y que lo utilizaban para destruir las moléculas que les servían de nutrientes.

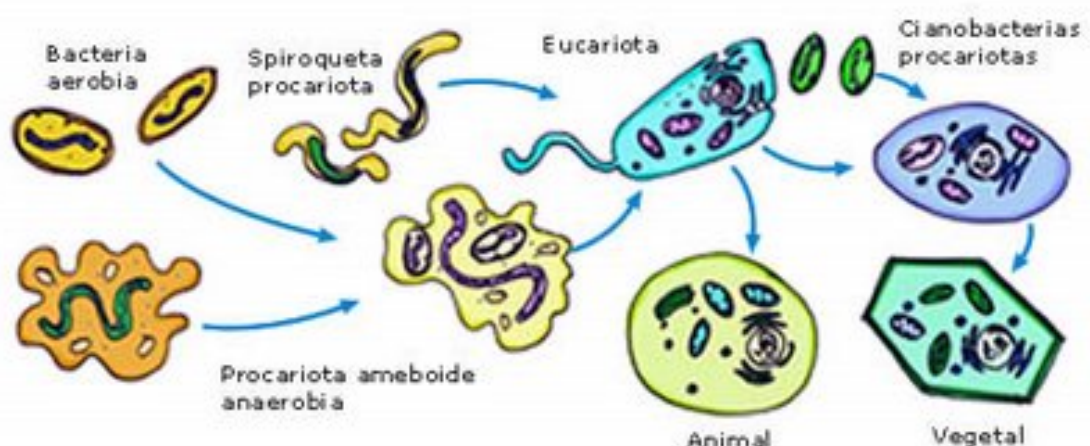
Los progenotas son el ancestro común del que provienen todas las células actuales. A partir de ellos evolucionaron tres tipos de células procariotas: las arqueobacterias (adaptadas a condiciones extremas como las salinas, las aguas termales o las dorsales oceánicas), las eubacterias (con los diversos tipos metabólicos antes indicados) y las urcariotas de las que se cree que provienen las células eucariotas actuales.

#### 4.2. La aparición de los eucariotas.

Los procariotas fueron la única forma de vida existente en la Tierra durante casi dos mil millones de años. Las células eucariotas aparecieron hace aproximadamente 1500 millones de años. La teoría actualmente más aceptada

de cómo se originaron es la teoría endosimbiótica de Lynn Margulis que se resume de la siguiente forma:

- Una primitiva célula urcariota perdió la pared celular, aumentó de tamaño y plegó su membrana para incrementar la superficie de absorción.
- Se formó un sistema de membranas que rodeó al material genético situado en el centro. Apareció así un núcleo primitivo y un esbozo de retículo endoplásmico. También se formaron vesículas internas que llevaban a cabo la digestión intracelular (lisosomas).
- Se sintetizaron fibras y microtúbulos que permitieron movimientos celulares y desarrollar procesos de endocitosis. El sistema de membranas internas se consolida y aparecen verdaderos orgánulos como el núcleo, el RE y el aparato de Golgi. Se origina así un fagocito primitivo.
- Tal fagocito incorporó por endocitosis otras células más pequeñas que no fueron digeridas y que sobrevivieron, estableciendo una relación de simbiosis, en su interior. El fagocito proporcionaba a las células capturadas seguridad y alimento y estas le otorgaban mejoras en su metabolismo. Así se transformaron en distintos orgánulos:
  1. Bacterias aerobias, que le permitieron usar el oxígeno para realizar la respiración aerobia, dieron lugar a las mitocondrias.
  2. Cianobacterias, que realizaban la fotosíntesis, originaron cloroplastos que permitieron al huésped convertirse en un ser autótrofo capaz de usar el CO<sub>2</sub> como fuente de carbono.
  3. Bacterias espiroquetas pudieron dar lugar a cilios y flagelos.
- Las semejanzas estructurales entre los tipos bacterianos y los actuales orgánulos apoyan esta teoría. Tanto las mitocondrias como los cloroplastos poseen ribosomas y ADN semejantes a los de las bacterias y se dividen, en el interior de las células, por bipartición al igual que estas.
- En este proceso se formaron distintos grupos evolutivos que dieron lugar a los distintos tipos de células eucariotas (animales, vegetales, hongos, etc.) y por tanto a distintos tipos de protoctistas.



## Para preparar el tema.

Identificar tipos de células y orgánulos a partir de dibujos y/o microfotografías realizadas con microscopio óptico o electrónico.

Relacionar los distintos orgánulos con sus funciones.

## Cuestiones.

## Repaso de primero.

- 1) Resume brevemente los aspectos básicos de la teoría celular actual.
- 2) Dibuja una célula procariota señalando sus componentes básicos.
- 3) ¿Cuáles son las principales funciones de la membrana plasmática? Explica su estructura según el modelo del mosaico fluido de Singer.
- 4) ¿Cómo diferencias el citoplasma del citosol? ¿Y del nucleoplasma?
- 5) Señala las diferencias esenciales entre núcleo interfásico y núcleo en división.
- 6) ¿Cómo colabora el retículo endoplásmico en la síntesis de proteínas? ¿Qué relación tiene esto con su posición dentro de la célula?
- 7) ¿Por qué los dictiosomas se encuentran entre el REL y la membrana plasmática?
- 8) ¿Por qué las células vegetales tienen menos lisosomas que las animales?
- 9) ¿Cuál es la función del tonoplasto en la célula vegetal? ¿Cómo se relaciona dicha función con el aspecto externo de la planta?
- 10) Dibuja una mitocondria y señala sus componentes básicos.
- 11) ¿Qué diferencias y semejanzas encuentras entre mitocondrias y cloroplastos?
- 12) ¿Por qué decimos que el citoesqueleto es una estructura dinámica?
- 13) Explica lo que sepas sobre la estructura y función de los centriolos.
- 14) ¿Qué diferencia fundamental hay entre cilios y flagelos?
- 15) ¿Cuál es la función de la pared celular en células vegetales? ¿Qué moléculas la componen? ¿Para qué sirven los plasmodesmos?
- 16) Indica todas las diferencias que observes entre células animales y vegetales.
- 17) ¿Cómo se formó la “sopa primitiva” según la teoría de Oparin? ¿Cómo surgieron los coacervados?
- 18) ¿Hasta qué momento de la evolución biológica intenta explicar dicha teoría?
- 19) ¿Cómo es apoyada por el experimento de Miller?
- 20) ¿Cómo surgieron los distintos tipos de células procariotas existentes hace 2000 m.a?



- 21) ¿Qué indica la teoría endosimbiótica de Lynn Margulis? Explica según la misma la aparición del núcleo, los flagelos, las mitocondrias y los cloroplastos.
- 22) ¿En qué se basa dicha teoría?

### Selectividad.

1. Expón las ideas fundamentales de la teoría celular.
2. En 1839 la teoría celular fue aceptada por un gran número de científicos. Pero fue el español Santiago Ramón y Cajal quien en 1906 hizo posible la generalización de la teoría celular. ¿Cuál fue su aportación a la teoría celular?
3. ¿Qué estructuras celulares tienen en común los organismos procariotas y los eucariotas?
4. Describe ocho diferencias entre células animales y vegetales.
5. Enumera tres principios de la teoría celular. Exponga la teoría endosimbiótica del origen evolutivo de la célula eucariota. Cite tres diferencias entre el material genético de una bacteria y el de una célula eucariota.

### Libro.

Pag. 112, 2. Pag 113, 1, 2, 3 y 4. Pag. 114, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 9.